

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-231611

(43) 公開日 平成7年(1995)8月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 2 K 9/00  
1/20

識別記号

A  
A

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-22660

(22) 出願日 平成6年(1994)2月21日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 多賀 善明

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

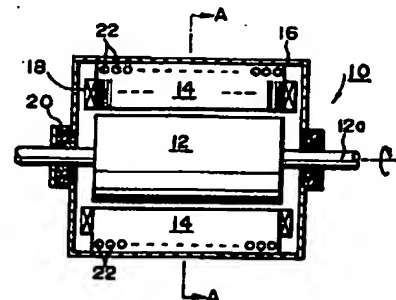
(54) 【発明の名称】 回転機の冷却構造

(57) 【要約】

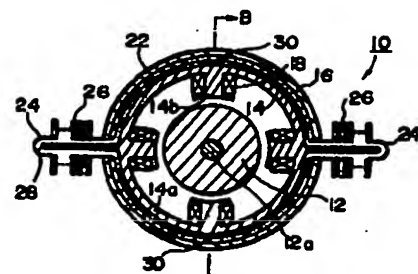
【目的】 磁性流体とロータとの接触による引摺りトルクの発生をなくす。

【構成】 ステータ14のヨーク14aの内部に冷媒通路22を設ける。更に、回転機10のケース16から突設しかつこの冷媒通路22と連通するよう放熱通路24を設ける。放熱通路24の周囲には冷却フィン26を設ける。冷媒通路22及び放熱通路24から構成される循環通路内に磁性流体28を封入し、ステータにおいて発生した交番磁界によりこの磁性流体28を循環させステータ14を冷却する。

(a) B-B 断面



(b) A-A 断面



第1実施例の構成

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ステータの内部に又はステータに近接して形成された冷媒通路と、

ステータの外部に配設され上記冷媒通路と連通して所定本数の循環通路を形成する放熱通路と、

上記循環通路に充填され交番磁界の印加により当該循環通路内を循環する磁性流体と、

を備え、

ステータにおいて発生した交番磁界により磁性流体を循環通路内で循環させステータを冷却することを特徴とする冷却構造。 10

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電動機、発電機等の回転機を磁性流体を用いて冷却する回転機の冷却構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 電動機、発電機等の回転機に対しては、その小型大容量化が近年とみに要求されている。例えば電気自動車に搭載するモータに対しては、できるだけ小さな体積で実現できかつできるだけ大電力で駆動することが可能なモータが要求されている。このような観点から、モータ等の回転機を小型大容量化していくと、ステータ巻線に流れる電流の密度が上昇するため銅損が増加し、ステータの温度が上昇する。また、ステータの小型によって磁気飽和が生じやすくなり、これによってもステータ温度が上昇する。加えて、モータの小型化に伴いケース表面積が減少するため、ステータにおいて発生した熱を放熱する面積が減少する。これらの原因によってステータの温度が上昇していくと、ステータ巻線の表面に施されている絶縁被覆層がダメージを受ける。絶縁被覆が過熱によりダメージを受け回転機の特性に影響を与えるのを防ぐためには、何等かの手段でステータを冷却するのが好ましい。このような目的の冷却構造としては、従来から、様々な構造が提案されている。 20

【0003】 第1の構造としては、水等の冷媒をポンプ等で回転機内を強制循環させる構造がある。このような構造を採用する場合、冷媒の循環のためポンプ等の装置が必要となり、装置構成が大規模となる。

【0004】 第2に、ステータ内にヒートパイプを埋め込む構造がある。このような構造を採用してもステータを冷却することができるが、一般にヒートパイプは加工性が悪く、また冷却フィンを設置する場所の自由度が極めて低い。 30

【0005】 第3に、例えば特開昭62-201034号公報に記載されているように、回転機内部に磁性流体を充填する方法がある。磁性流体は、交番磁界が加わるとこれによって力を受け、回転機内部を循環する。従って、このような構成を採用した場合、冷媒を循環させるためのポンプ等は不要であり、また加工性の悪いヒート 50

パイプを使用する必要もない。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述の公報に開示されているように磁性流体を回転機内部に充填すると、ロータに磁性流体が接触しているため当該磁性流体の粘性により引摺りトルクが発生し、モータの損失が増大する。また、磁性流体の流路を形成すべくステータのティース（歯）に穴を開けると、ティース断面積が減少しその結果磁気飽和が起こり易くなる。磁気飽和は、ステータにおける発熱の原因となるため、このような構造にはステータの過熱防止という本来の目的に反する面がある。

【0007】 本発明は、このような問題点を解決することを課題としてなされたものであり、磁性流体がロータと接触しない状態で当該磁性流体を用いてステータを冷却可能とすることにより、磁性流体の粘性による引摺りトルクの発生がなく従って冷却に伴う損失の増大が生じない冷却構造を実現することを目的とする。また、本発明は、ステータティースに穴を開ける必要をなくし、ティース断面積減少による磁気飽和を防ぐことを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 このような目的を達成するために、本発明に係る冷却構造は、ステータの内部に又はステータに近接して形成された冷媒通路と、ステータの外部に配設され上記冷媒通路と連通して所定本数の循環通路を形成する放熱通路と、上記循環通路に充填され交番磁界の印加により当該循環通路内を循環する磁性流体と、を備え、ステータにおいて発生した交番磁界により磁性流体を循環通路内で循環させステータを冷却することを特徴とする。

## 【0009】

【作用】 本発明に係る冷却構造においては、ステータの内部に又はステータに近接して、冷媒通路が形成される。また、ステータの外部には、この冷媒通路と連通して所定本数の循環通路を形成する放熱通路が配設される。これら冷媒通路及び放熱通路から構成される循環通路には、交番磁界の印加により循環通路内を循環する磁性流体が充填される。従って、ステータにおいて交番磁界が発生すると、この交番磁界により磁性流体が循環通路内で循環し、ステータが冷却される。また、この磁性流体は、冷媒通路及び放熱通路から構成される循環通路内を循環しており、ロータとは接触しないため、磁性流体の粘性による引摺りトルクの発生や、これによる損失の増大等の不具合は生じない。また、上述した冷媒通路は、ステータティースに穴を開けて設ける必要がないため、ティース断面積の減少による磁気飽和の促進も生じない。

## 【0010】

【実施例】 以下、本発明の好適な実施例について図面に

基づき説明する。

【0011】図1には、本発明の第1実施例に係る回転機の冷却構造が示されている。特に、図1(a)は回転機の軸方向断面(B-B断面)を、図1(b)は軸と直交する方向(半径方向)の断面(A-A断面)を、それぞれ示している。

【0012】この実施例に係る回転機10は、インナーロータ型の回転機である。すなわち、軸12aに連結され円筒形状を有するロータ12が、所定の微小間隔を保ちつつ円筒形状のステータ14の内側に配設されており、またステータ14はケース16に固定されている。ロータ12は、例えば永久磁石により構成する。ステータ14は、円環形状を有するヨーク14a及びこのヨーク14aから軸12aに対し半径方向に沿い放射状に突設された所定本数のティース14bを有している。ティース14bには、巻線18が捲回されている。更に、ケース16はベアリング20を介して軸12aを保持している。

【0013】この実施例が特徴とするところは、ステータ14のヨーク14aの内部に複数の冷媒通路22を設けるとともに、この冷媒通路22と連通するよう放熱通路24を設けた点にある。冷媒通路22は、例えばステータ14内部へのパイプの埋め込みにより形成され、あるいはその内面が含浸材によってシールされた流路として形成される。放熱通路24は、この冷媒通路22に連通するよう、かつケース16の外側に引き出されるよう設けられたパイプであり、その表面には冷却フィン26が一体に形成されあるいは取り付けられている。放熱通路24として用いるパイプをヨーク14aに取り付けるに際しては、このパイプを冷媒通路22の端部に圧入した上で、液体パッキンにより封止し、その内部の磁性流体28の漏れを防ぐ。

【0014】これら冷媒通路22及び放熱通路24の内部には、磁性流体28が充填されている。磁性流体28は、例えば、水、ケロシン、ポリアルファオレフィン等を溶媒とする流体であり、強さMで磁化されている。この磁性流体28に磁束密度Bの強さの磁界が加わると、これによって磁性流体28は力 $F=MB$ を受ける。従って、ステータ14において例えば巻線18への通電により磁束が発生した場合、そのもれ磁束の交番によって、磁性流体28は冷媒通路22及び放熱通路24から構成される循環通路内を循環する。その際、磁性流体28は、ステータにおいて発生した熱を奪い、この熱は冷却フィン26により回転機10の外部に放熱される。

【0015】この実施例においては、更に、冷媒通路22及び放熱通路24から構成される循環通路内に、磁性流体28に加えずに空気30が混入されている。この空気30は、磁性流体28の熱膨張を逃がすための圧縮性流体として機能する。すなわち、磁性流体28がステータ14から熱を奪って膨張した場合、この膨張を逃

がすようにしない限りは、冷媒通路22又は放熱通路24や両者のシール部(例えば液体パッキンによる封止部)に圧力が加わり、これにより通路の破壊が生じる可能性がある。この実施例においては、圧縮性流体である空気30を僅かに封入することにより、磁性流体28が膨張した場合でも空気30の収縮によってこの熱膨張が吸収されることとなり、冷媒通路22等の破壊が生じることがない。また、この空気30は、磁界の交番に伴い循環通路内を循環する。

【0016】このように、本実施例によれば、磁性流体28がステータ14内部の冷媒通路22及び回転機10の外部に引き出された放熱通路内に充填されているため、当該磁性流体28がロータ12と接触することがなく、従って引摺りトルクの発生による損失の増大は生じない。これにより、より効率のよい回転機10が得られる。更に、冷媒通路22はステータ14のティース14bではなくヨーク14aに設けられているため、ティース断面面積の減少が生じることがなく、従って磁気飽和が起こり易くなるといった不具合も生じない。加えて、この実施例のように冷媒通路22及び放熱通路24から構成される循環通路を閉じた通路(大気に対して開いていない通路)とした場合、構造が比較的簡単なものとなり、また構成する部品点数も少なく、重量も軽くなる。

【0017】図2には、本発明の第2実施例に係る回転機10の冷却構造が示されている。この実施例においては、各冷媒通路22を相互に連通させるとともに各冷媒通路22を大気に対して開いた通路とすべく磁性流体28を貯留するタンク32が設けられている。従って、この実施例においては、磁性流体28が大気に対して開いているため、磁性流体28の熱膨張を更に逃がし易くなる。また、タンク32内の液面100を感知することにより、いずれかの冷媒通路22あるいは放熱通路24が破損し磁性流体28が洩れた場合に、この洩れを容易に発見することができる。

【0018】また、この実施例においては、各循環通路がタンク32を介して連通している。従って、各放熱通路24に設けられた冷却フィン26の形状に微妙な差があったり、あるいはこの冷却フィン26への冷却風の当たり方にばらつきがある場合でも、各循環通路毎の温度ばらつきの発生は生じにくい。従って、回転機10のステータ14を、均一に冷却することが可能となる。

【0019】図3には、本発明の第3実施例に係る冷却構造が示されている。この図に示される冷却構造においては、冷媒通路22はステータ14の内部に設けられるのではなく、ステータ14に近接した位置、例えば巻線18の近傍に配設されている。このような構造としてもステータ14を冷却することができ、更に引摺りトルクによる損失の増大といった不具合も生じない。

【0020】図4には、本発明の第4実施例に係る冷却構造が示されている。この実施例においては、冷媒通路

22がステータ14とケース16の間に設けられている。このような構成とする場合、ステータ14の外周部とケース16の内面とに溝を設けておき、またこれらの溝同士が合一して1個の冷媒通路22を形成させる。このような構造としても、上述の各実施例と同様の効果を得ることができる。

【0021】なお、以上説明した各実施例は、いずれもインナーロータ型の回転機に係る実施例であったが、本発明は、アウトロータ型にて実施しても構わない。アウトロータ型の回転機に本発明を適用する場合には、放熱通路がロータと競合しないよう、当該放熱通路の形状を工夫する必要がある。また、以上の説明においては、冷媒通路22及び放熱通路24から構成される循環通路が複数個設けられていた。しかし、この循環通路は複数設ける必要はなく、例えば回転機の軸周りに螺旋を描くよう形成しても構わない。しかし、ステータは一般に電磁鋼板の積層によって形成されているため、螺旋状流路とした場合各鋼板の形状を1枚毎に代える必要があり、部品点数が増大することとなるから、上述の各実施例のように平行配置された複数の循環通路又はこれを軸方向に連通された循環通路とするのが好ましい。なお、本発明は、ロータ12の構成に限定を要するものではない。

#### 【0022】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ステータの内部に又はステータに近接して冷媒通路を設けるとともに、この冷媒通路と連通して所定本数の循環通路を形成するよう放熱通路をステータの外部に配設し、この循環通路内に磁性流体を充填するようにしたため、ステータにおいて発生した交番磁界により磁性流体を循環通路内で循環させステータを冷却することができ、その際、磁性流体はロータと接触しないため、ロー\*

\*タの回転に伴う引摺りトルクの発生、ひいては損失の増大を生じることがなく、その結果より効率のよい回転機が得られる。また、この回転機を電気自動車の走行用モータ等として使用した場合、効率の向上、小型化、大容量化を、いずれも実現することができる。更に、冷媒通路はステータのティース内に設ける必要がないため、ティース断面積の減少による磁気飽和の促進を招くことがなく、磁気飽和によるステータの発熱を抑制することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に係る回転機の冷却構造を示す断面図である

【図2】本発明の第2実施例に係る回転機の冷却構造を示す断面図である。

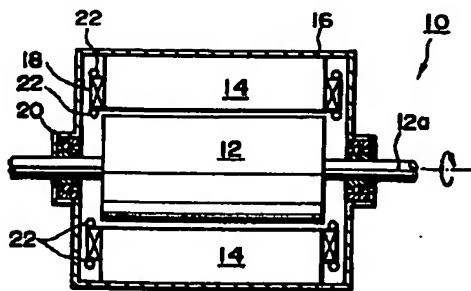
【図3】本発明の第3実施例に係る回転機の冷却構造を示す断面図である。

【図4】本発明の第4実施例に係る回転機の冷却構造を示す断面図である。

#### 【符号の説明】

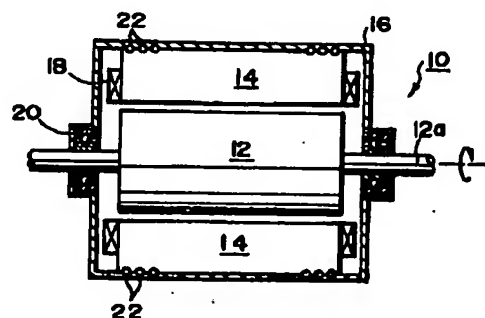
- 10 回転機（電動機、発電機等）
- 12 ロータ
- 14 ステータ
- 16 ケース
- 18 巻線
- 22 冷媒通路
- 24 放熱通路
- 26 冷却フィン
- 28 冷媒
- 30 空気等の圧縮性流体
- 32 タンク
- 100 タンク内の液面

【図3】



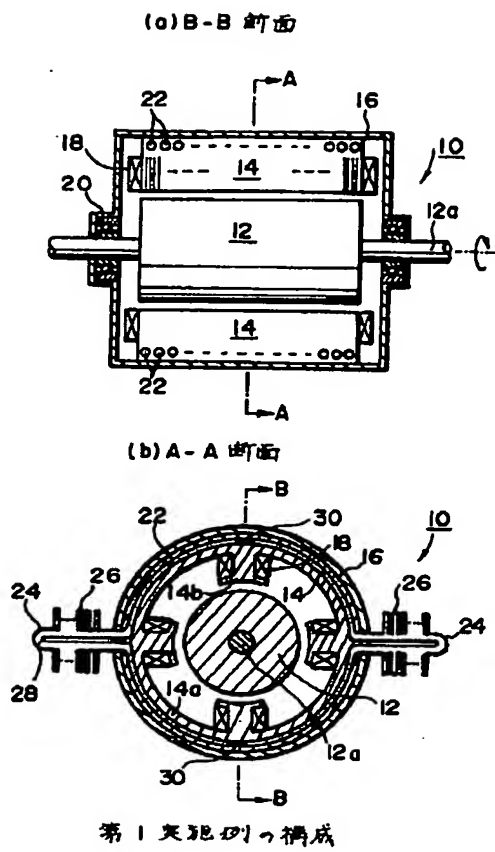
第3実施例の構成(B-B断面)

【図4】



第4実施例の構成(B-B断面)

【図1】



【図2】

